

03.10.03

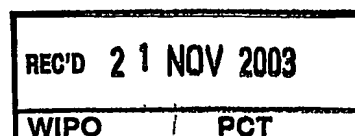
日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 1 3 0 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 9 1 3 0 4]



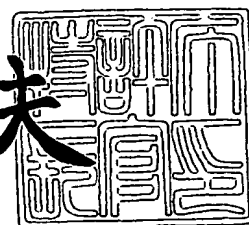
出 願 人 浜松ホトニクス株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-0464

【提出日】 平成14年10月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 1/20

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 豊田 晴義

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 向坂 直久

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 宅見 宗則

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位相分布計測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平面上に複数の集光レンズがマトリックス状に配置されることによって構成された複眼レンズと、

受光面上にマトリックス状に配置された複数の受光素子を含んで構成されると共に、前記受光面が前記集光レンズの焦点距離だけ離れて前記平面と平行になるように配置された撮像素子と、

前記撮像素子から出力されるデータから前記複眼レンズに入射した光の位相分布を算出する位相算出装置とを備え、

前記位相算出装置が、

前記各受光素子が検出した光の輝度データに基づいて、前記受光面における輝度が極大値となる輝点中心位置を算出する中心位置算出手段と、

前記輝点中心位置を中心とする重心演算領域における輝度の重心位置を算出する重心位置算出手段とを含んで構成された

ことを特徴とする位相分布計測装置。

【請求項 2】 前記位相算出装置が、前記輝点中心位置を中心とする一定の領域において輝度が所定の閾値を超える部分の面積を算出する輝点面積算出手段を更に含み、

前記重心演算領域は、前記輝点面積算出手段によって算出された面積を超える面積を占めるように設定される

ことを特徴とする請求項 1 記載の位相分布計測装置。

【請求項 3】 前記中心位置算出手段は、前記輝度データのうち輝度が所定の基準値を超えるもののみに基づいて、前記輝点中心位置を算出し、

前記重心位置算出手段は、前記輝度データのうち輝度が前記基準値を超えるもののみに基づいて、前記重心位置を算出する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の位相分布計測装置。

【請求項 4】 前記位相算出装置が、各前記受光素子に対応する輝度データを隣接する前記受光素子に対応する輝度データとの加重平均値に変換する平滑化

処理手段を更に含む

ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の位相分布計測装置

。

【請求項 5】 前記位相算出装置が、前記重心演算領域における輝度のモーメントを算出する輝度モーメント算出手段を更に含み、

前記中心位置算出手段及び前記輝度モーメント算出手段はハードウェア演算回路により構成され、

前記重心位置算出手段が、前記ハードウェア演算回路の出力に基づいて前記重心位置を算出する

ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の位相分布計測装置

。

【請求項 6】 複眼レンズに光を入射させた上、撮像素子によって前記光の焦点像を撮像する撮像ステップと、

前記各受光素子が検出した光の輝度データを算出する輝度データ算出ステップと、

前記輝度データに基づいて、前記受光面における輝度が極大値となる輝点中心位置を算出する中心位置算出ステップと、

前記輝点中心位置を中心とする重心演算領域における輝度の重心位置を算出する重心位置算出ステップと

前記重心位置の所定の焦点位置からのずれに基づいて、前記複眼レンズに入射した光の位相を算出する位相算出ステップとを含む

ことを特徴とする位相分布計測方法。

【請求項 7】 前記重心位置算出ステップは、前記輝点中心位置と前記重心位置との差を算出するステップと、前記差から前記重心位置を算出するステップとを含む

ことを特徴とする請求項 6 記載の位相分布計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光の位相分布を計測する位相分布計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の位相分布計測装置では、輝点の重心演算領域は、各集光レンズに対応する受光面の区画に固定されていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の位相分布計測装置には、輝点が大きくずれたときに輝点が重心演算領域からはみ出すため正確な重心位置の算出ができなくなるという問題があった。

【0004】

そこで、本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、輝点が大きくずれたときでも正確な重心位置の算出が可能な位相分布計測装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の位相分布計測装置は、平面上に複数の集光レンズがマトリックス状に配置されることによって構成された複眼レンズと、受光面上にマトリックス状に配置された複数の受光素子を含んで構成されると共に、受光面が集光レンズの焦点距離だけ離れて平面と平行になるように配置された撮像素子と、撮像素子から出力されるデータから複眼レンズに入射した光の位相分布を算出する位相算出装置とを備え、位相算出装置が、各受光素子が検出した光の輝度データに基づいて、受光面における輝度が極大値となる輝点中心位置を算出する中心位置算出手段と、輝点中心位置を中心とする重心演算領域における輝度の重心位置を算出する重心位置算出手段とを含んで構成されたことを特徴とする。

【0006】

中心位置算出手段により算出された輝点中心位置に基づき重心演算領域が設定されるので、輝点のずれに伴い重心演算領域も移動する。そのため、輝点が大き

くずれたときでも正確な重心位置の算出が可能になる。

【0007】

本発明の位相分布計測装置は、位相算出装置が、輝点中心位置を中心とする一定の領域において輝度が所定の閾値を超える部分の面積を算出する輝点面積算出手段を更に含み、重心演算領域は、輝点面積算出手段によって算出された面積を超える面積を占めるように設定されることが好適である。

【0008】

輝点面積算出手段により算出された輝度面積を超えるように重心演算領域が設定されるので、重心演算領域がより確実に輝点を包含することになる。

【0009】

本発明の位相分布計測装置は、中心位置算出手段は、輝度データのうち輝度が所定の基準値を超えるもののみに基づいて、輝点中心位置を算出し、重心位置算出手段は、輝度データのうち輝度が基準値を超えるもののみに基づいて、重心位置を算出することが好適である。

【0010】

輝度データのうち輝度が所定の基準値を超えるもののみに基づいて演算がなされるので、撮像素子が映像を撮像するときに生じるノイズが除去されると共に、データ処理量が軽減される。

【0011】

本発明の位相分布計測装置は、位相算出装置が、各受光素子に対応する輝度データを隣接する受光素子に対応する輝度データとの加重平均値に変換する平滑化処理手段を更に含むことが好適である。

【0012】

かかる平滑化処理により撮像素子が映像を撮像するときに生じるノイズが除去される。

【0013】

本発明の位相分布計測装置は、位相算出装置が、重心演算領域における輝度のモーメントを算出する輝度モーメント算出手段を更に含み、中心位置算出手段及び輝度モーメント算出手段はハードウェア演算回路により構成され、重心位置算

出手段が、ハードウェア演算回路の出力に基づいて重心位置を算出することが好適である。

【0014】

データ処理量の多い輝度モーメント算出までの演算がハードウェア演算回路により実行されるので、高速演算が可能になる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の位相分布計測装置1の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0016】

まず、位相分布計測装置1の構成を説明する。図1は、位相分布計測装置1の構成を示す概略図である。図2は、図1に示す複眼レンズ30と受光面11との位置関係を示す図である。図3は、図1に示すCMOSセンサ10及び位相算出装置20の機能的構成図である。図1に示すように、位相分布計測装置1は、複眼レンズ30、CMOSセンサ10、画像処理装置24及びコンピュータ25を備えている。複眼レンズ30は、焦点距離20mmの集光レンズ32が平面上に $250\mu\text{m}$ 間隔のマトリックス状に配置されることによって構成されている。

【0017】

図3に示すように、CMOSセンサ10は、光電変換部(CMOS)120がマトリックス状に形成された受光面11(n1列の光電変換部120で構成されるCMOSアレイ110がn2行配列されている。)及び各CMOSアレイ110に対応するA/D変換器210がn2行配列された信号処理部12を備えている。各A/D変換器210は、増幅部13及びA/D変換部14により構成されており、光電変換部120の出力を増幅させた上4ビット(16階調)のデジタルデータに変換する。図2に示すように、CMOSセンサ10は、受光面11が複眼レンズ30と平行になり、かつ各集光レンズ32の焦点が受光面11上に位置するように配置されている。

【0018】

図4は、CMOSセンサ10の回路図である。図5は、図4に示す積分回路2

20の詳細構成を示す回路図である。図4及び5を参照して、CMOSセンサ10の回路構成を説明する。図4に示すように、光電変換部120は、受光した光の輝度に応じて電荷を発生するフォトダイオード130と、垂直走査信号 V_i ($i=1\sim n1$)に応じてフォトダイオード130に蓄積された電荷を出力するMOSFET140を1組として構成されている。

【0019】

信号処理部12のA/D変換器210j ($j=1\sim n2$)は、チャージアンプ221j ($j=1\sim n2$)を含む積分回路220j ($j=1\sim n2$)と、比較回路230j ($j=1\sim n2$)と、容量制御機構240j ($j=1\sim n2$)とから構成されている。

【0020】

積分回路220は、CMOSアレイ110からの出力信号を入力として、この入力信号の電荷を増幅するチャージアンプ221と、チャージアンプ221の入力端子に一方の端が接続され、出力端子に他方の端が接続された可変容量部222と、チャージアンプ221の入力端子に一方の端が接続され、出力端子に他方の端が接続されて、リセット信号Rに応じてON、OFF状態となり、積分回路220の積分、非積分動作を切り替えるスイッチ素子223とから構成されている。

【0021】

可変容量部222は、チャージアンプ221の入力端子に一方の端子が接続された容量素子C1～C4と、容量素子C1～C4の他方の端子とチャージアンプ221の出力端子の間に接続され、容量指示信号C11～C14に応じて開閉するスイッチ素子SW11～SW14と、容量素子C1～C4とスイッチ素子SW11～SW14の間に一方の端子が接続され、他方の端子がGNDレベルと接続されて、容量指示信号C21～C24に応じて開閉するスイッチ素子SW21～SW24とにより構成されている。なお、容量素子C1～C4の電気容量C1～C4は、

$$C1=2\ C2=4\ C3=8\ C4$$

$$C0=C1+C2+C3+C4$$

の関係を満たす。ここで、C0は積分回路220で必要とする最大電気容量であ

り、光電変換部 120 の飽和電荷量を Q_0 、基準電圧を V_{REF} とすると、

$$C_0 = Q_0 / V_{REF}$$

の関係を満たす。

【0022】

比較回路 230 は、積分回路 220 から出力された積分信号 V_s の値を基準値 V_{REF} と比較して、比較結果信号 V_c を出力する。容量制御機構 240 は、比較結果信号 V_c の値から積分回路 220 内の可変容量部 222 に通知する容量指示信号 C を出力すると共に、容量指示信号 C に相当するデジタル信号 D_1 を出力する。

【0023】

また、CMOS センサ 10 は、光電変換部 120 及び信号処理部 12 に動作タイミングの指示信号を送信するタイミング制御部 300 (図 3 に示す制御部 3 の一部に相当する。) を備えている。タイミング制御部 300 は、全回路のクロック制御を行う基本タイミングを発生する基本タイミング部 310 と、基本タイミング部 310 から通知された垂直走査指示に従って、垂直走査信号 V_i ($i = 1 \sim n$) を発生する垂直シフトレジスタ 320 と、リセット指示信号 R を発生する制御信号部 340 とにより構成されている。

【0024】

以上のような構成の信号処理部 12 から CMOS アレイ 110 毎に最上位ビット (MSB) より順次転送、出力されてくるデジタル信号は、1 画素分のデータ長 (4 ビット) のバッファに保管され、パラレルーシリアル変換されて出力画像となる。

【0025】

図 3 に戻り、画像処理装置 24 と、コンピュータ 25 の機能的構成要素であるデータ蓄積／表示部 26 を説明する。画像処理装置 24 及びデータ蓄積／表示部 26 が、CMOS センサ 10 の出力に基づいて複眼レンズ 30 に入射した光の位相分布を算出する位相算出装置 20 を構成する。

【0026】

画像処理装置 24 は、機能的構成要素として輝度データ算出部 241、平滑化処理部 242、中心位置算出部 243、輝点面積算出部 244 及び重心情報処理

部245を備える。輝度データ算出部241は、CMOSセンサ10の出力を分析・整理して受光面11における焦点像のデジタル画像情報を構成する機能を有する。

【0027】

平滑化処理部242は、輝度データ算出部241が算出したデジタル画像情報における各画素の輝度データを上下左右に位置する画素の輝度データとの加重平均値に変換することにより平滑化する機能を有する。図6は、平滑化処理部242の回路図である。デジタル画像情報から平滑化処理の対象となる画素及びその上下左右の画素の輝度値が抽出され、データバッファに格納される。これらの輝度値は積算回路、加算回路及び除算回路により加重平均される。

【0028】

中心位置算出部243は、平滑化されたデジタル画像情報における輝点の中心位置を算出する機能を有する。図7は、中心位置算出部243の回路図である。平滑化処理されたデータ列は、3行分のデータバッファに入力される。そこに蓄えられたデータのうち、3x3画素のデータに対して、中央のデータ $d(x,y)$ が、近傍画素のデータ値より大きいかどうかの判断を行う。 $d(x,y)$ が、全ての近傍データより大きい場合に、「極大値である＝輝点である」と判断し、その位置 (x,y) および輝度値 $d(x,y)$ を出力する。

【0029】

輝点面積算出部244は、各輝点の面積（画素数）を算出する機能を有する。図8は、輝点面積算出部244の回路図である（例として、面積演算領域を3x3行とした。）。3行分のデータバッファに蓄えられた3x3画素のデータに対して、比較器によりそれぞれの画素値と閾値 th との比較が行われ、総和回路により閾値 th よりも大きいデータの画素数が算出される。

【0030】

重心情報処理部245は、各輝点の面積（画素数）に基づいて重心演算領域を設定した上、重心演算領域における重心情報を演算する機能を有する。この重心情報には、0次輝度モーメント（重心演算領域における輝点輝度の合計値）、 x 方向（受光面11又はデジタル画像情報における水平方向）の1次輝度モーメン

ト及びy方向（受光面11又はデジタル画像情報における垂直方向）の1次輝度モーメント）が含まれる。図9は、重心情報処理部245の回路図である（例として、重心演算領域を3×3行とした。）。3行分のデータバッファに蓄えられた3×3画素のデータに対して、x方向の1次輝度モーメント、y方向の1次輝度モーメント及び0次輝度モーメントが算出される。

【0031】

データ蓄積／表示部26は、重心位置算出部261、位相算出部262及び補間処理部263を備える。重心位置算出部261は、重心情報に基づき各輝点の重心位置を算出する機能を有する。

【0032】

位相算出部262は、各輝点の重心位置の重心初期位置（位相のずれがない場合の輝点の重心位置）からのずれに基づいて、位相を算出する機能を有する。

【0033】

補間処理部263は、算出された位相データを補間することにより連続的な位相分布を取得する機能を有する。

【0034】

次に、位相分布計測装置1の動作を説明する。計測対象レーザ光が複眼レンズ30を通過すると、受光面11上に各集光レンズ32に対応する焦点の映像が生じる。この映像がCMOSセンサ10に撮像された上、位相算出装置20にデータ処理される。図10は、CMOSセンサ10及び位相算出装置20の動作の手順を示すフローチャートである。以下、図10のフローチャートを参照してCMOSセンサ10及び位相算出装置20の動作を説明する。

【0035】

まず、CMOSセンサ10が受光面11上の映像を走査することによって1フレームの撮像をする（S502）。同時に、輝度データ算出部241が、CMOSセンサ10から出力される各画素の輝度（4ビットデジタル情報）を分析・整理して1フレームのデジタル画像情報P(n)（n：フレーム番号）として構成する（S504）。図11（a）にデジタル画像情報P(n)の例を、図11（b）にその部分拡大図を示す。

【 0 0 3 6 】

平滑化処理部 2 4 2 が、デジタル画像情報 P (n) の平滑化処理を行う (S 5 0 6)。具体的には、各画素の輝度と上下左右の画素の輝度との加重平均を 2 回繰り返す。平滑化処理のアルゴリズムを次に示す。

$$d_{\text{new}}(x, y) = [d(x-1, y) + d(x, y-1) + d(x+1, y) + d(x, y+1) + 4d(x, y)] / 8;$$

$$d(x, y) = d_{\text{new}}(x, y);$$

$$d_{\text{new}}(x, y) = [d(x-1, y) + d(x, y-1) + d(x+1, y) + d(x, y+1) + 4d(x, y)] / 8;$$

$$d(x, y) = d_{\text{new}}(x, y);$$

なお、d は画素の輝度、(x, y) は受光面 1 1 又はデジタル画像情報 P (n) における画素の座標を示す。

【 0 0 3 7 】

また平滑化処理部 2 4 2 は、平滑化処理が施されたデジタル画像情報 P (n) から所定の基準値以下の輝度データを削除する (S 5 0 8)。かかる平滑化処理及び基準値以下の輝度データの削除により、CMOS センサ 1 0 の撮像過程で生じるノイズを低減させることができる。また、不要なデータが削除されることにより演算速度が向上する。

【 0 0 3 8 】

中心位置算出部 2 4 3 は、平滑化処理が施されたデジタル画像情報 P (n) における各輝点の中心位置及びその輝度を算出する (S 5 1 0)。具体的には、各画素の輝度と上下左右の輝度を比較し、当該画素の輝度が上下左右のいずれよりも高かった場合に当該画素が輝点の中心位置であると判断する。中心位置算出のアルゴリズムを次に示す。

k=0;

for(x=0; x<X方向画素数; x++) [

for(y=0; y<Y方向画素数; y++) [

if(((d(x, y)>d(x-1, y)) & ((d(x, y)>d(x, y-1)) & ((d(x, y)>d(x+1, y)) & ((d(x, y)>d(x, y+1))) [

p(n, k) [d]=d(x, y); p(n, k) [x]=x; p(n, k) [y]=y; k=k+1;]))

なお、p(n, k) [d] は第 n フレームの第 k 番目の輝点中心位置における輝度を、p(n, k

) [x] は第 n フレームの第 k 番目の輝点中心位置の x 座標を、 $p(n, k)[y]$ は第 n フレームの第 k 番目の輝点中心位置の y 座標を示す。

【 0 0 3 9 】

輝点面積算出部 2 4 4 が、各輝点の面積（画素数）を算出する（S 5 1 2）。具体的には、輝点中心位置を中心とする所定の大きさの領域（ $2h \times 2h$ ）において所定の閾値 th を超える輝度の画素数をカウントする。輝点面積算出のアルゴリズムを次に示す。

```
p(n, k)[s]=0;
for(xx=x-h; xx<x+h; xx++)[
for(yy=y-h; yy<y+h; yy++)[
if( d(x, y)>th )[
p(n, k)[s] = p(n, k)[s]+1;]]]
```

重心情報処理部 2 4 5 は、各輝点について輝点面積算出部 2 4 4 によって算出された輝点面積に応じた大きさの重心演算領域（ $2r \times 2r$ ）を算出する。r の値は、例えば $4(r-1)^2 \leq \text{輝点面積} \leq 4r^2$ を満たすように設定される。

【 0 0 4 0 】

また重心情報処理部 2 4 5 は、重心演算領域における重心情報（各輝点の 0 次輝度モーメント $p(n, k)[sum]$ 、x 方向の 1 次輝度モーメント $p(n, k)[x_sum]$ 及び y 方向の 1 次輝度モーメント $p(n, k)[y_sum]$ ）を算出し（S 5 1 6、S 5 1 8、S 5 2 0）、後段のデータ蓄積／表示部 2 6 へ重心情報を転送する（S 5 2 2）。重心情報算出のアルゴリズムを次に示す。

```
p(n, k)[sum]=0; p(n, k)[x_sum]=0; p(n, k)[y_sum]=0;
for(xx=x-r; xx<x+r; xx++)[
for(yy=y-r; yy<y+r; yy++)[
p(n, k)[sum] = p(n, k)[sum] + d(xx, yy);
p(n, k)[x_sum] = p(n, k)[x_sum] + xx* d(xx, yy);
p(n, k)[y_sum] = p(n, k)[y_sum] + yy* d(xx, yy);]]
```

以上の画像処理装置 2 0 の処理は、ハードウェア回路により行われる。近年、上記のような画像演算処理を行うハードウェアを簡易に開発実装できるデバイス

としてFPGA(Field Programmable Gate Array)などが実用化されており、演算対象に応じた処理をハードウェア化する作業を効率的に行うことが可能となっている。さらに、HDL(ハードウェア記述言語)を用いることでソフトウェア的な処理内容の記述で回路設計が可能となっているため、所望の画像処理を行うハードウェアを容易に作成することができる。こうして作成したハードウェアによって画像処理を行うことで、汎用的な回路によりソフトウェアで画像処理を行う場合に比べて高速での演算が可能となる。CMOSセンサ10では各CMOSアレイ210に対応するA/D変換器210がシリアル-パラレル処理を行うため1kHzレベルの高速フレームレートが実現されるが、画像処理装置20もハードウェア化により1kHzレベルの高速応答速度を達成できる。

【0041】

また、データ蓄積/表示部26へ出力されるデータは重心情報及びその他の特徴量データであるので、データ蓄積/表示部26が処理するデータ量を軽減させることができる。例えば、128x128画素の光電変換部120を持つセンサで考えた場合、画像データをそのまま出力した場合には、128x128x8bit=16Kbyteの通信データ量となるが、データ処理で得た輝度データ及び重心情報などを通信データとすることで、1輝点あたりの情報は64bit=8byte程度に抑えることが可能である。したがって、例えば1画面中に100点の輝点情報があった場合に、合計800byteの通信データ量(画像に比較して約20分の1)に圧縮して出力することが可能となる。この圧縮率は、高い解像度の受光部を用いるほど顕著となる。

【0042】

重心位置算出部261は、重心情報に基づいて各輝点の重心位置を算出する(S524)。重心位置算出のアルゴリズムを次に示す。

$$(x \text{ 方向の輝点重心位置}) p_x = p(n, k) [x_sum] / p(n, k) [sum];$$

$$(y \text{ 方向の輝点重心位置}) p_y = p(n, k) [y_sum] / p(n, k) [sum];$$

以上の計算から重心位置をサブピクセルで求めることが可能になる。すなわち、画素単位より細かい単位で輝点の重心位置を計算することができる。

【0043】

位相算出部 2 6 2 は、各輝点の重心位置に基づいて x 方向の位相 w_x 及び y 方向の位相 w_y を算出する (S 5 2 6)。位相算出のアルゴリズムを次に示す。

$$(x \text{ 方向の位相}) w_x = (p_x - p_{x0}) / f$$

$$(y \text{ 方向の位相}) w_y = (p_y - p_{y0}) / f$$

なお、 (p_{x0}, p_{y0}) は重心位置の初期値 (位相のずれがない場合の輝点の重心位置) を示し、 f は集光レンズ 3 2 の焦点距離を示す。

【 0 0 4 4 】

補間処理部 2 6 3 は、S 5 2 6 で得られた位相の離散データを補間して、位相分布データを取得する (S 5 2 8)。すなわち、各集光レンズ 3 2 に対応する輝点毎に計算された位相情報から、ブロック間の補間演算や、周辺ブロックとの連続性を制約条件に補間計算を行う。例えば、線形な補間を行う場合に、あるブロック (x, y) の位相 (w_x, w_y) とその周辺ブロックの値から、ブロック間の中間位置 (x', y') の位相 (w'_x, w'_y) は、一般的な線形補間計算により次のように表される。

$$w'_x = w_{x0} + (w_{x1} - w_{x0}) * (x' - x_0) / (x_1 - x_0)$$

$$w'_y = w_{y0} + (w_{y1} - w_{y0}) * (y' - y_0) / (y_1 - y_0)$$

ただし、 $x_0 < x' < x_1$ 、 $y_0 < y' < y_1$ を満たすものとする。

【 0 0 4 5 】

S 5 2 8 に続いて次のフレームについて上記の処理が繰り返される。

【 0 0 4 6 】

なお、上記の実施形態では輝度モーメントを算出する際の座標は全輝点について共通のものが用いられたが、輝点中心位置を原点として各輝点の輝度モーメントを算出してもよい。その場合は、輝度モーメントを 0 次モーメントで除算することにより、輝点中心位置と重心位置との差が算出される。この差を輝点中心位置の座標に加算することによって重心位置が算出される。

【 0 0 4 7 】

次に、位相分布計測装置 1 の効果を説明する。重心演算領域がフレーム毎に各輝点の位置に応じて決定されるので、重心位置を正確に算出することができる。また、複眼レンズ 3 0 を設計する上でどのようなレンズ形状、ピッチも適用可能

になる。

【0048】

図12は、重心位置のずれと計測対象レーザ光の入射角度のずれ（位相のずれ）との関係を示すグラフである。横軸は計測対象レーザ光の傾き角度を示し、縦軸は重心位置（6つのブロックにおけるx方向の輝点の重心位置）を示す。計測対象レーザ光の入射角を0.05度毎に変化させたとき、重心位置が約0.8画素ずつ移動した。また、傾き角度が約0.5度の範囲であるとき重心位置のずれと計測対象レーザ光の入射角度のずれ（位相のずれ）の関係は良好な線形性を示し、位相分布計測装置1の高精度特性が確認された。

【0049】

図13は、各集光レンズに対応する重心演算領域が固定された位相分布計測装置の測定結果を示す。図12におけると同様に計測対象レーザ光の入射角度をずらしていったところ、重心位置のずれと入射角度のずれ（位相のずれ）との関係が線形性を示す領域は狭くなった。このように、各集光レンズに対応する重心演算領域が固定された位相分布計測装置では、入射角度のずれ（位相のずれ）が大きくなったとき実際の輝点領域が重心演算領域から大きく外れてしまうので、演算精度が悪くなってしまう。

【0050】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の位相分布計測装置によれば、輝点が大きくずれたときでも正確な重心位置の算出が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

位相分布計測装置1の構成を示す概略図である。

【図2】

図1に示す複眼レンズ30と受光面11との位置関係を示す図である。

【図3】

図1に示すCMOSセンサ10及び位相算出装置20の機能的構成図である。

【図4】

CMOSセンサ10の回路図である。

【図5】

図4に示す積分回路220の詳細構成を示す回路図である。

【図6】

平滑化処理部242の回路図である。

【図7】

中心位置算出部243の回路図である。

【図8】

輝点面積算出部244の回路図である（例として、面積演算領域を 3×3 行とした。）。

【図9】

重心情報処理部245の回路図である（例として、重心演算領域を 3×3 行とした。）。

【図10】

CMOSセンサ10及び位相算出装置20の動作の手順を示すフローチャートである。

【図11】

デジタル画像情報 $P(n)$ の例を示す図である。

【図12】

重心位置のずれと計測対象レーザ光の入射角度のずれ（位相のずれ）との関係を示すグラフである。

【図13】

各集光レンズに対応する重心演算領域が固定された位相分布計測装置の測定結果を示す。

【符号の説明】

1…位相分布計測装置、3…制御部、10…CMOSセンサ、11…受光面、12…信号処理部、13…増幅部、14…A/D変換部、20…画像処理装置、25…コンピュータ、30…複眼レンズ、32…集光レンズ、110…CMOSアレイ、120…光電変換部、130…フォトダイオード、140…MOSFE

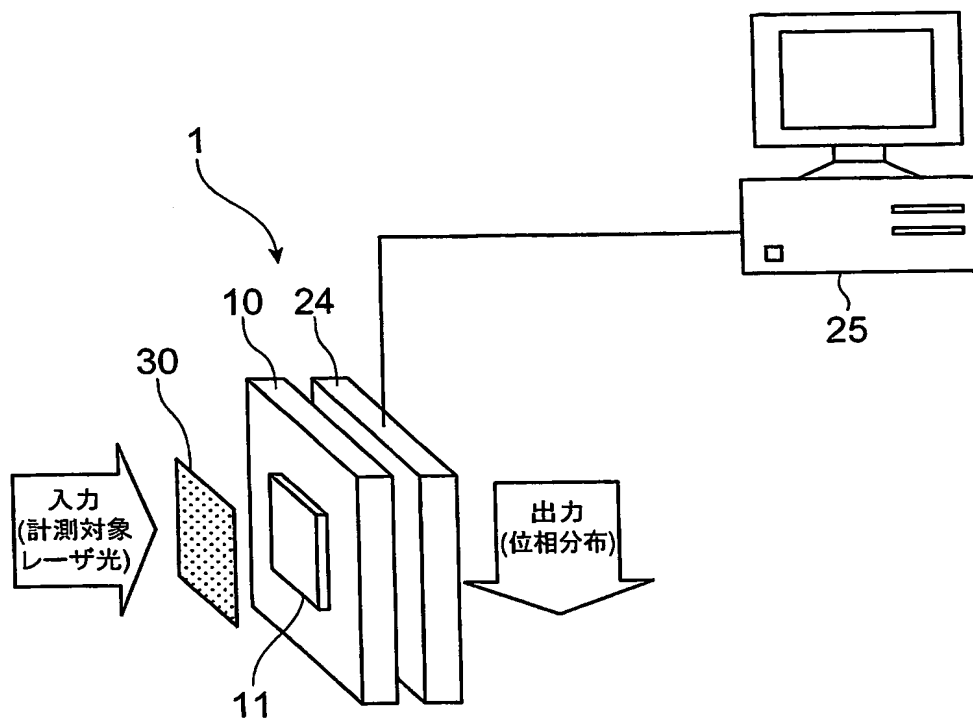
T、210…A/D変換器、220…積分回路、221…チャージアンプ、222…可変容量部、223…スイッチ素子、230…比較回路、240…容量制御機構、241…輝度データ算出部、242…平滑化処理部、243…中心位置算出部、244…輝点面積算出部、245…重心情報処理部、261…重心位置算出部、262…位相算出部、263…補間処理部、300…タイミング制御部、310…基本タイミング部、320…垂直シフトレジスタ、340…制御信号部

。

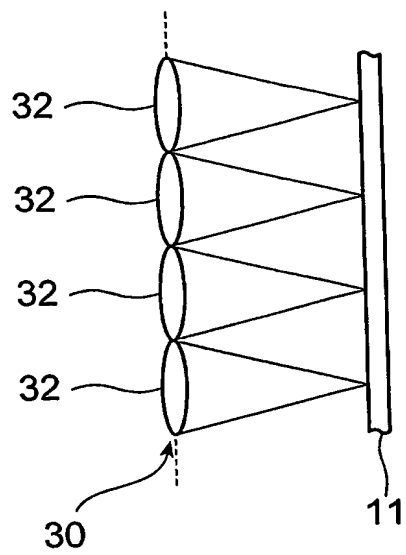
【書類名】

図面

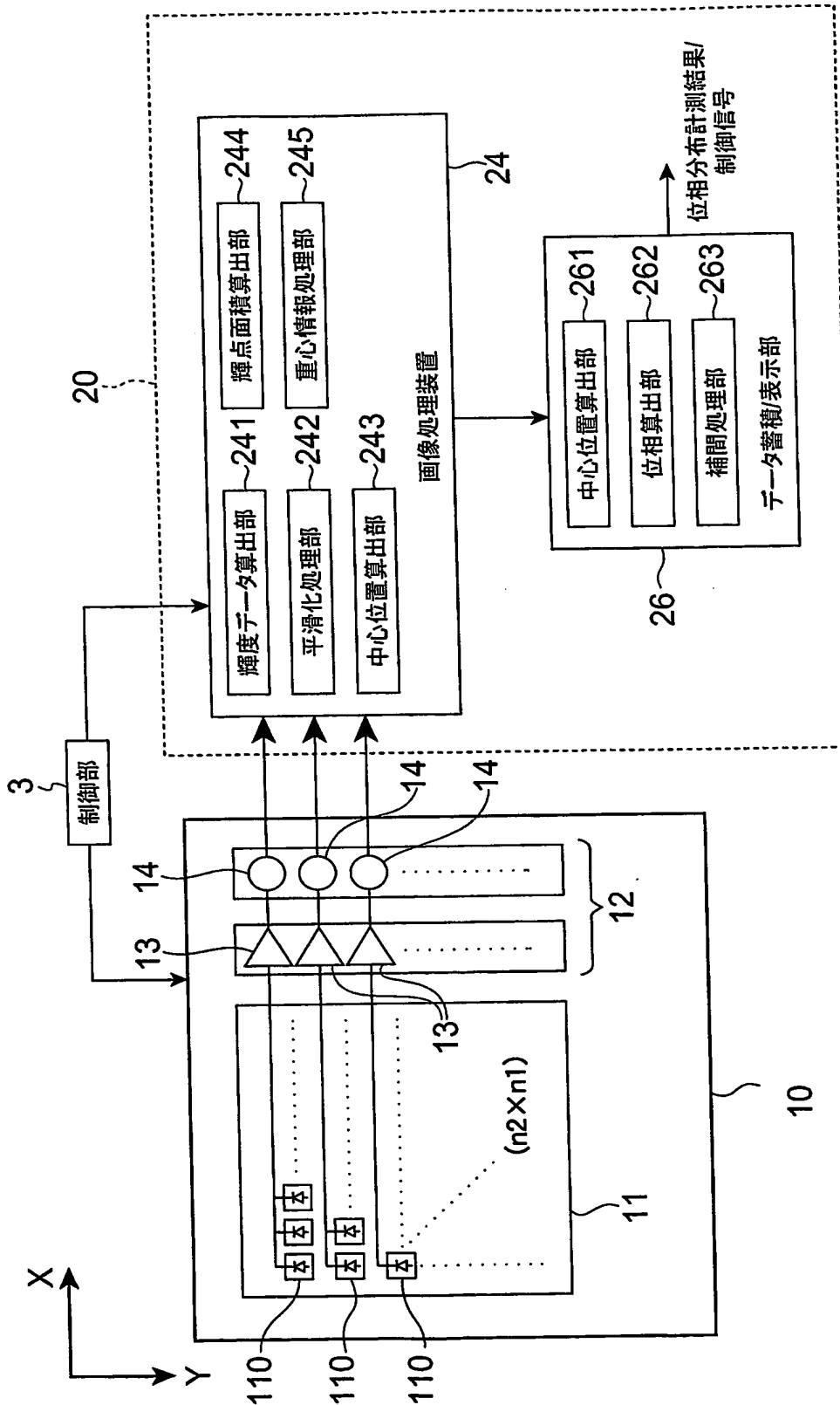
【図 1】



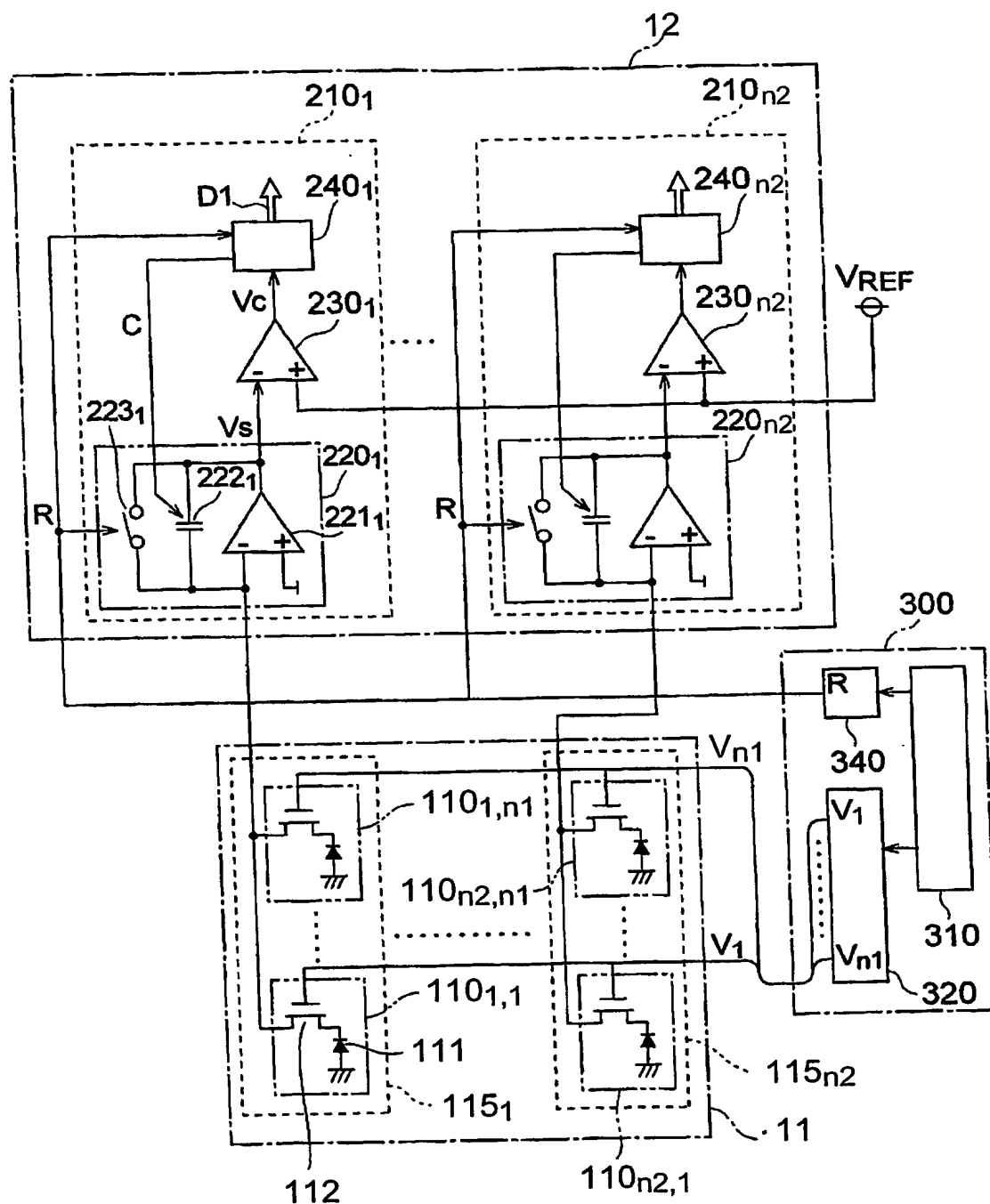
【図2】



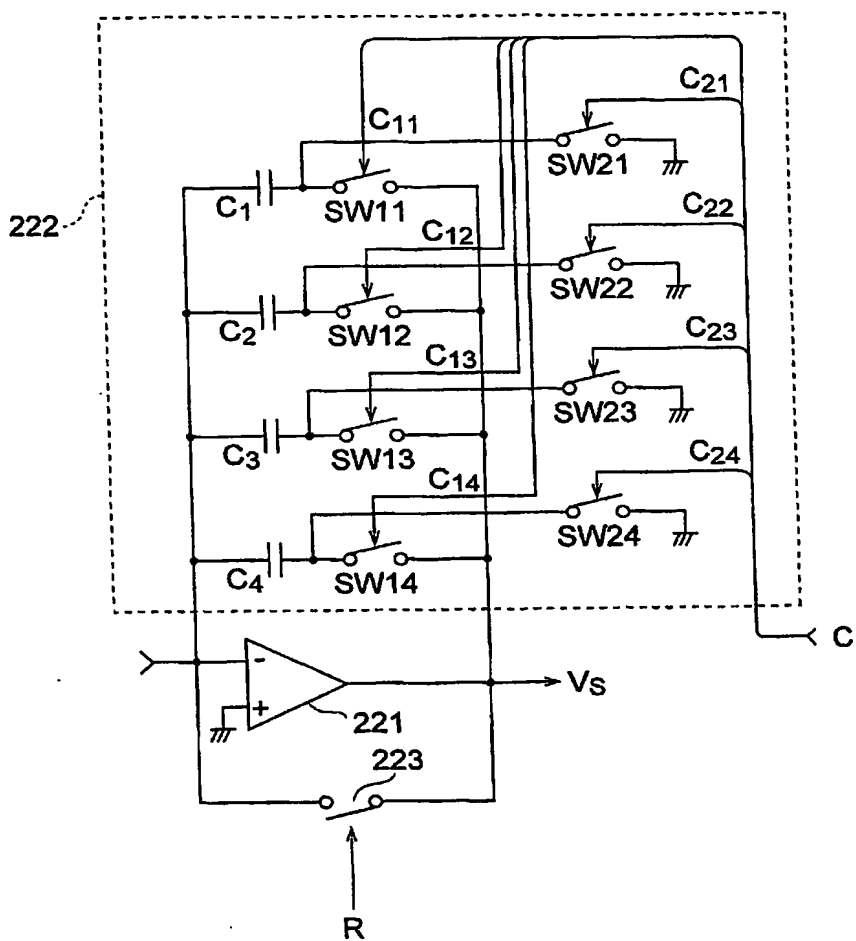
【図 3】



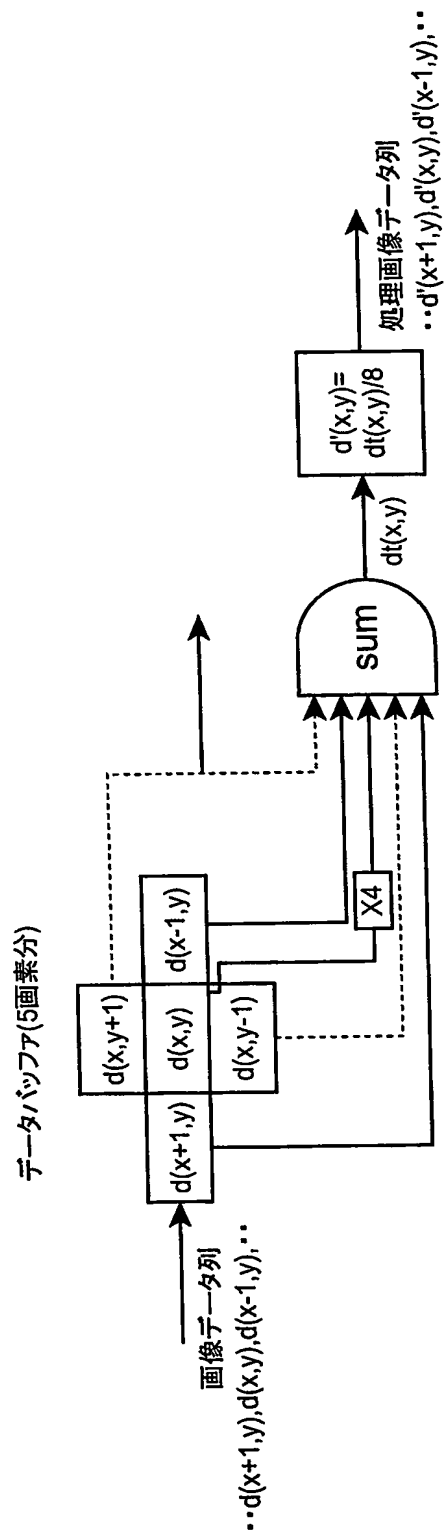
【図 4】



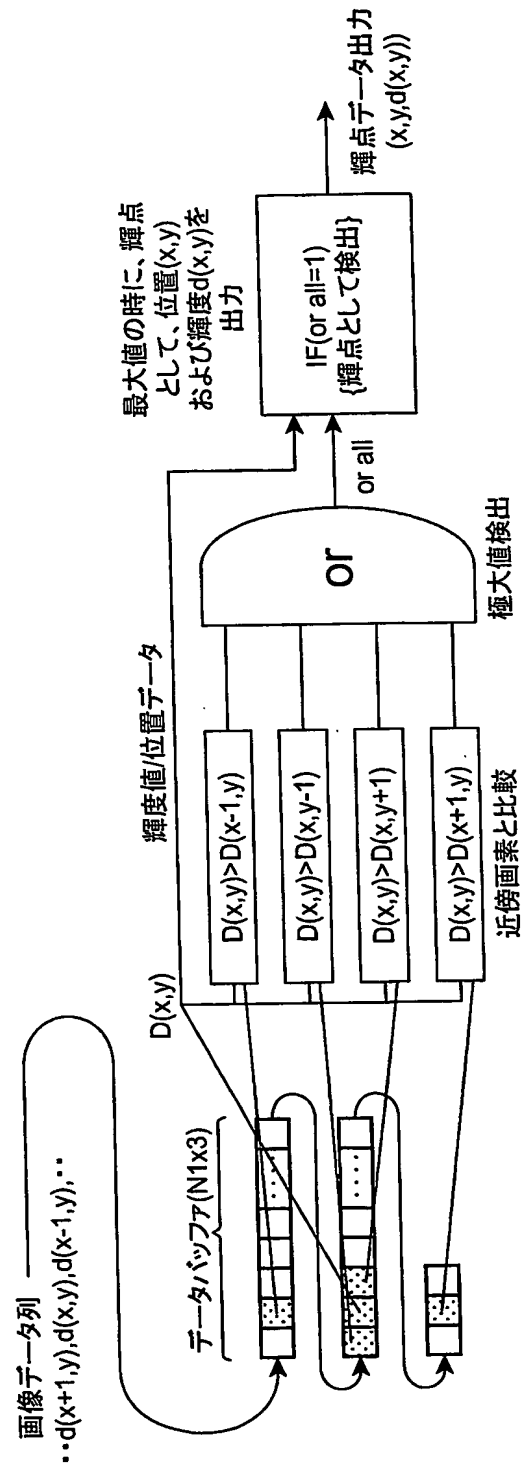
【図 5】



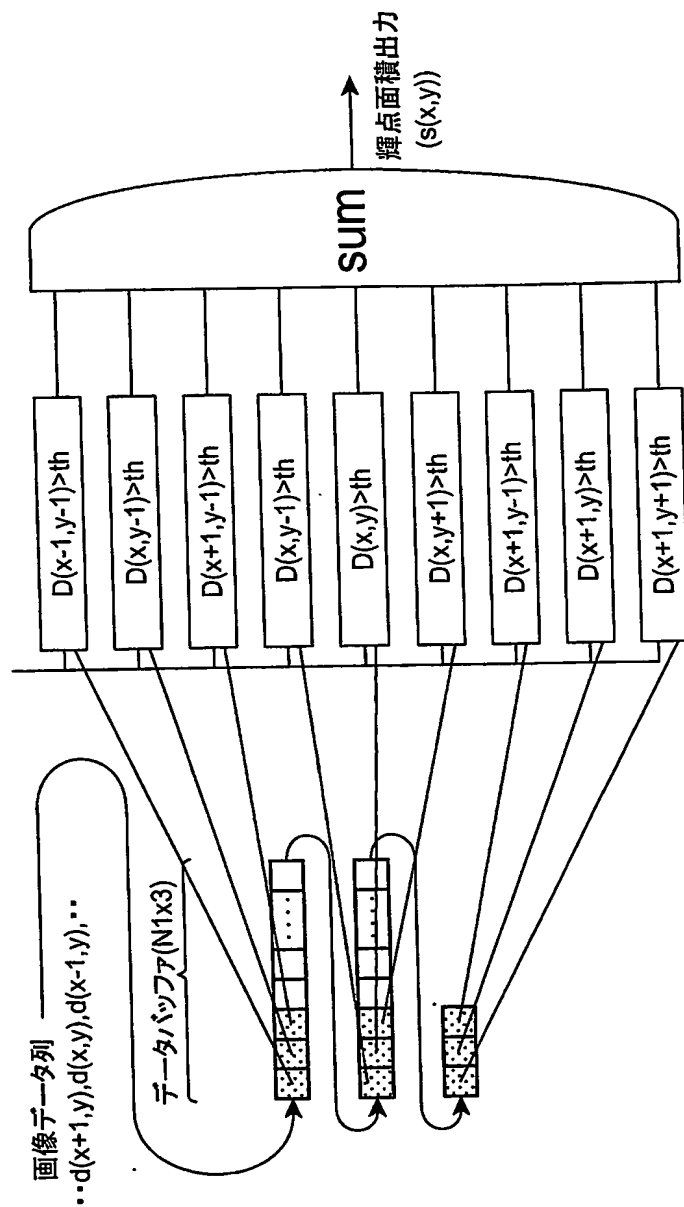
【図 6】



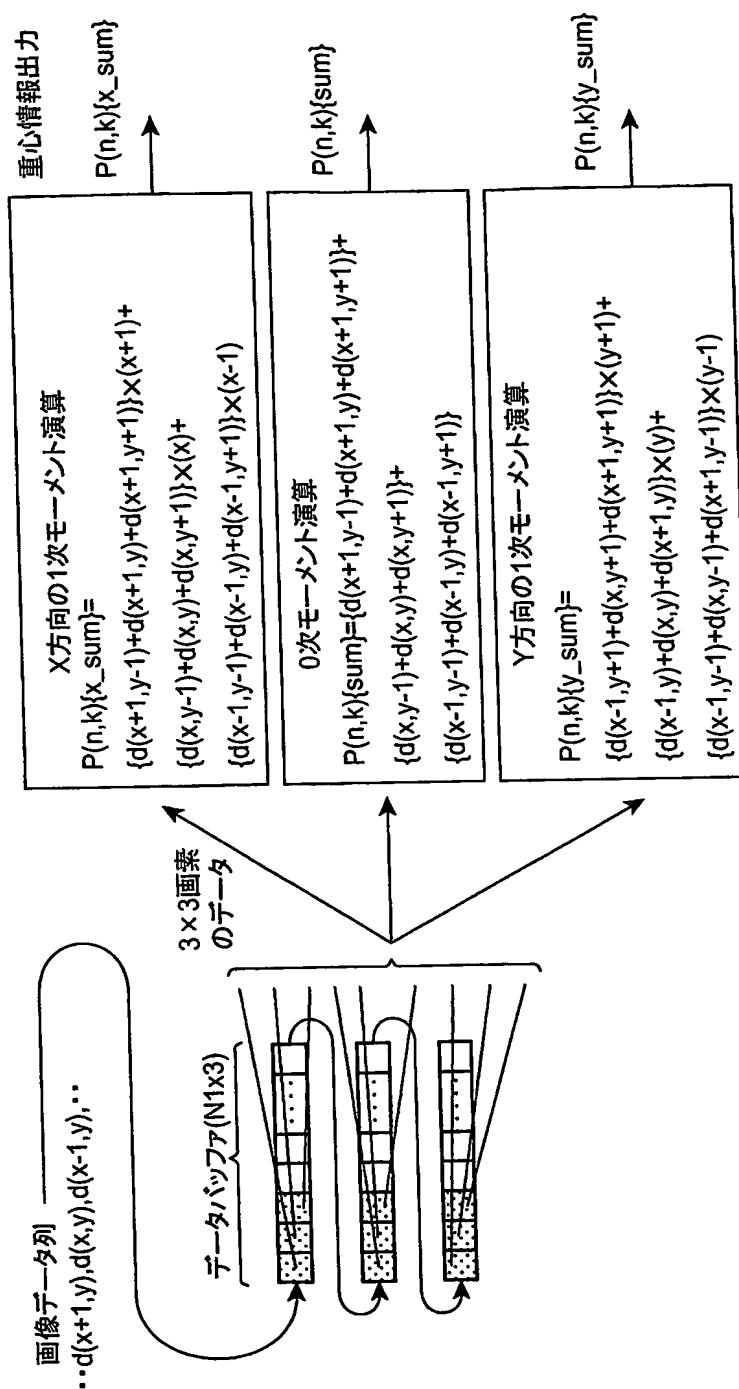
【図 7】



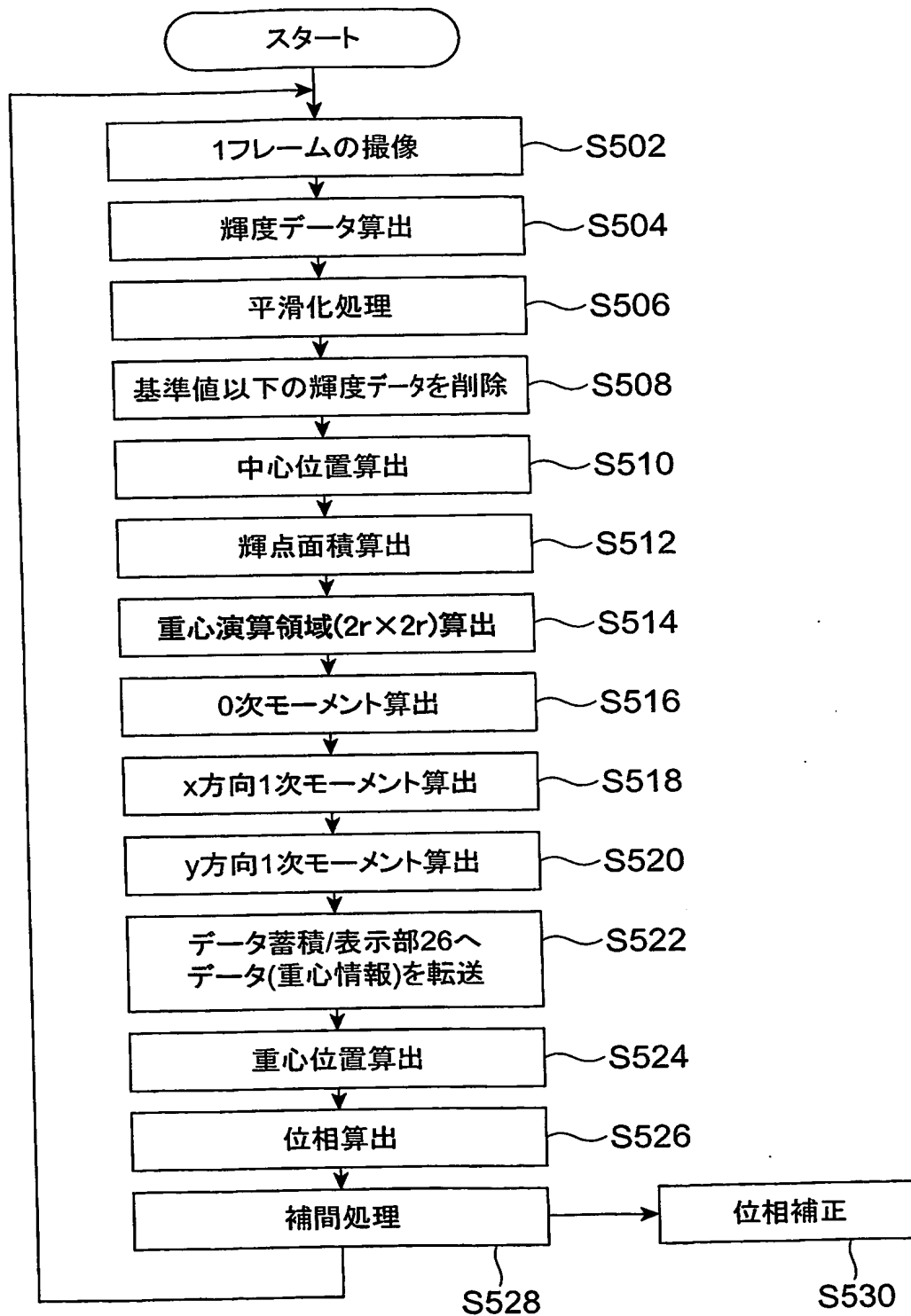
【図 8】



【図 9】

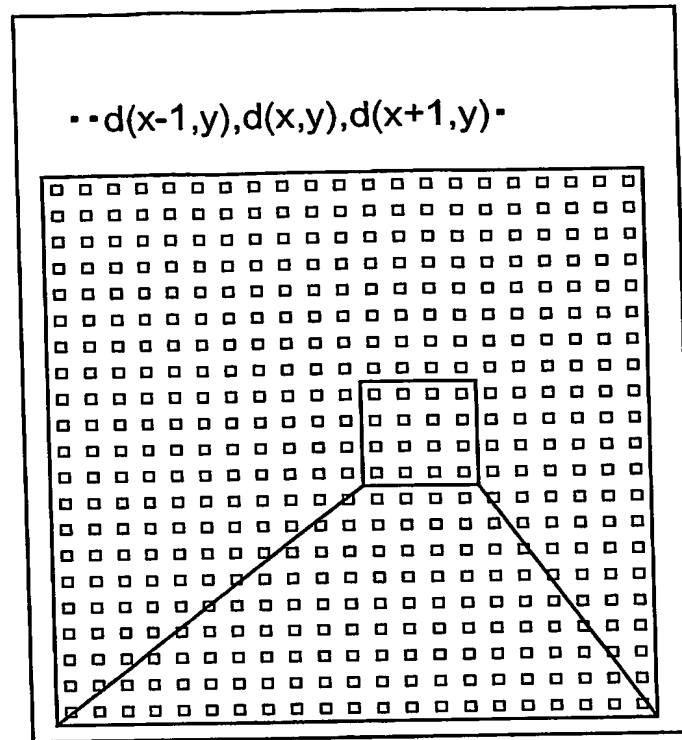


【図10】

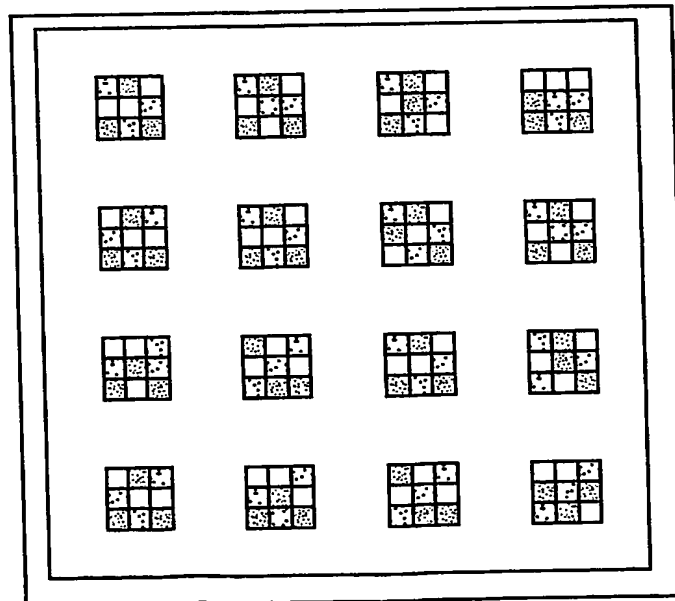


【図 11】

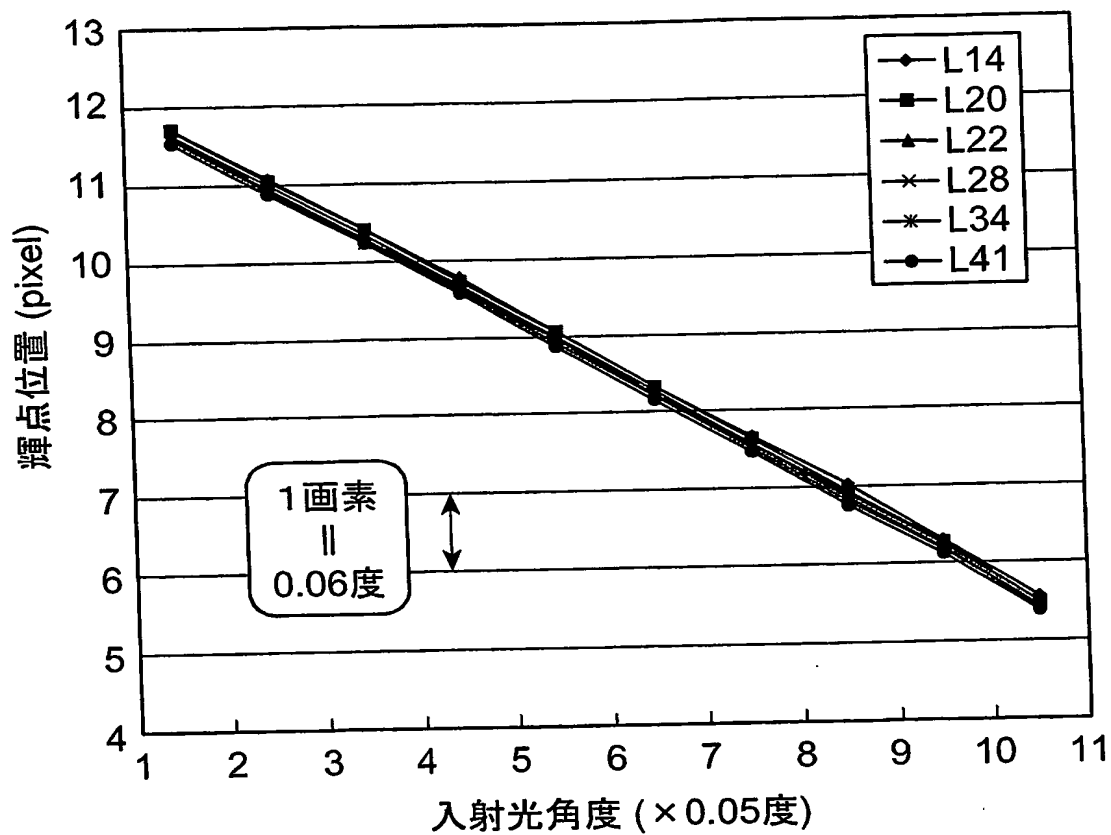
(a)



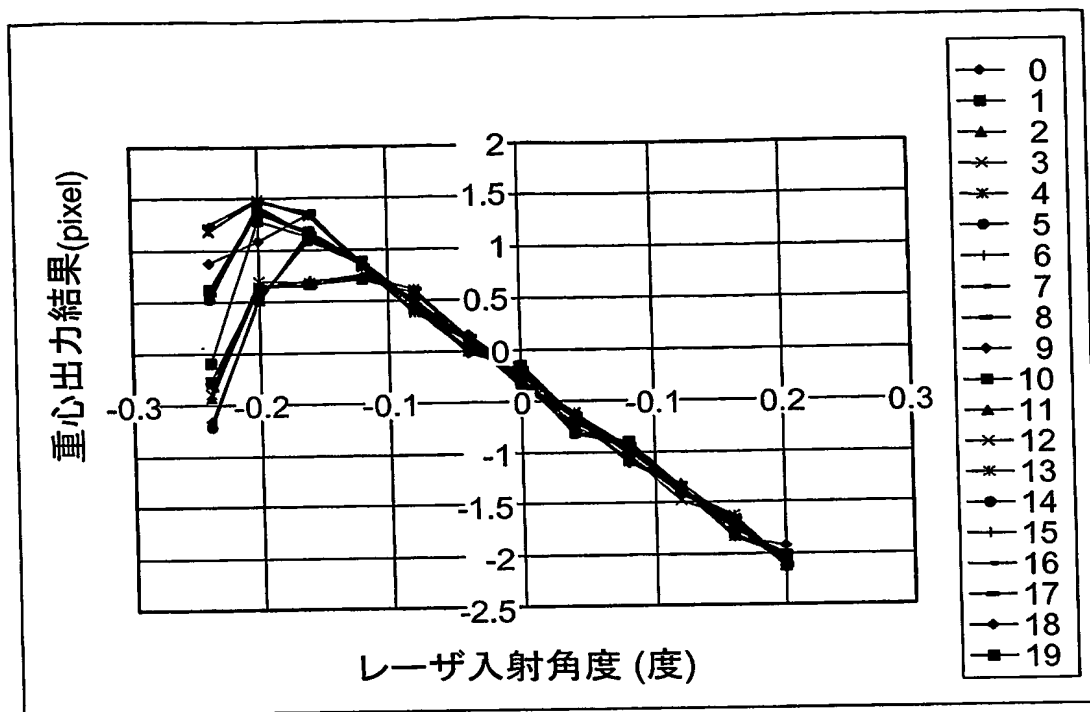
(b)



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 輝点が大きくずれたときでも正確な重心位置の算出が可能な位相分布計測装置を提供する。

【解決手段】 平面上に複数の集光レンズ32がマトリックス状に配置されることによって構成された複眼レンズ30と、受光面が集光レンズ32の焦点距離だけ離れて複眼レンズ30と平行になるように配置されたCMOSセンサ10と、位相算出装置20とを備える。中心位置算出部243が、隣接する画素の輝度と比較することにより受光面上の焦点像における輝点（焦点）の中心位置を算出する。重心情報処理部245が、輝点中心位置を中心とする重心演算領域における輝度の0次モーメント（重心演算領域における輝点輝度の合計値）、x方向1次モーメント及びy方向1次モーメントを算出する。重心位置算出部261が、これらの重心情報に基づいて各輝点の重心位置を算出する。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 2 - 2 9 1 3 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.